

## VERTICAL SHAFT PUMP FOR PRECEDENT STANDBY OPERATION

**Publication number:** JP2002213384 (A)

**Publication date:** 2002-07-31

**Inventor(s):** JINNO HIDEKI; HONDA SHUICHIRO; ANDO YOSHIHIKO; MORI SATOSHI +

**Applicant(s):** EBARA CORP +

**Classification:**

- international: **F04B49/10; F04D13/00; F04D15/00; F04D29/04; F04D29/046; F04D29/048; F04D29/049; F04B49/10; F04D13/00; F04D15/00; F04D29/04; (IPC1-7): F04B49/10; F04D13/00; F04D15/00; F04D29/04**

- European:

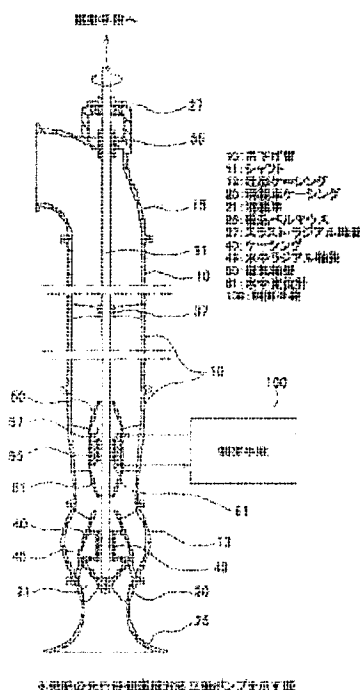
**Application number:** JP20010007770 20010116

**Priority number(s):** JP20010007770 20010116

### Abstract of JP 2002213384 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vertical shaft pump for a precedent standby operation that is not damaged by abrasion or heat generation of a bearing even in the precedent standby operation.

**SOLUTION:** An underwater radial bearing 43 and a magnetic bearing 50 are disposed as bearings inside pump casings 10, 13, 15, and 20 of a shaft 11 for rotating an impeller 21 disposed in the pump casings 10, 13, 15, and 20. The magnetic bearing 50 is used as a main bearing during a dry operation of the pump, and the underwater radial bearing 43 is used as the main bearing during a pumping operation.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-213384

(P2002-213384A)

(43)公開日 平成14年 7月31日 (2002. 7. 31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
F 0 4 D 13/00		F 0 4 D 13/00	L 3 H 0 2 0 D 3 H 0 2 2
F 0 4 B 49/10	3 1 1	F 0 4 B 49/10	3 1 1 3 H 0 4 5
F 0 4 D 15/00		F 0 4 D 15/00	H
29/04		29/04	H
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)			

(21)出願番号 特願2001-7770(P2001-7770)

(22)出願日 平成13年 1月16日 (2001. 1. 16)

(71)出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 神野 秀基

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 本田 修一郎

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(74)代理人 100087066

弁理士 熊谷 隆 (外1名)

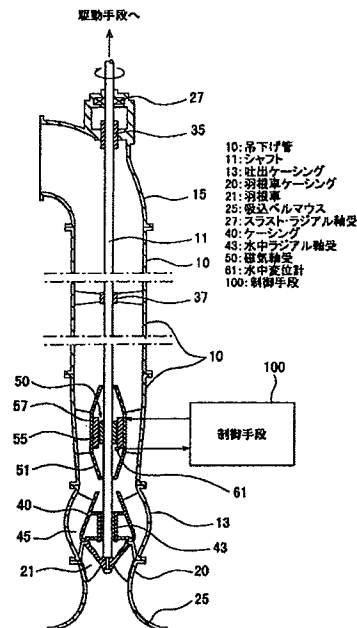
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 先行待機運転対応立軸ポンプ

(57)【要約】

【課題】 先行待機運転時であっても軸受の摩耗や発熱による損傷を生じることのない先行待機運転対応立軸ポンプを提供すること。

【解決手段】 ポンプケーシング10、13、15、20内に設置した羽根車21を回転駆動するシャフト11のポンプケーシング10、13、15、20内部の軸受として、水中ラジアル軸受43と磁気軸受50とを設置する。ポンプのドライ運転時は磁気軸受50を主軸受として使用し、揚水運転時は水中ラジアル軸受43を主軸受として使用する。



本発明の先行待機運転対応立軸ポンプを示す図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポンプケーシング内に設置した羽根車を回転駆動するシャフトの軸受をポンプケーシングの上部とポンプケーシングの内部に設けた先行待機運転対応立軸ポンプにおいて、  
前記ポンプケーシング内部の軸受は、磁気軸受からなるラジアル軸受であることを特徴とする先行待機運転対応立軸ポンプ。

【請求項 2】 ポンプケーシング内に設置した羽根車を回転駆動するシャフトの軸受をポンプケーシングの上部とポンプケーシングの内部に設けた先行待機運転対応立軸ポンプにおいて、  
前記ポンプケーシング内部の軸受は、水中ラジアル軸受と磁気軸受とであることを特徴とする先行待機運転対応立軸ポンプ。

【請求項 3】 前記先行待機運転対応立軸ポンプには、ポンプケーシング内部の水の有無を検出する測定手段と、

前記測定手段がポンプケーシング内部に水があることを検出した際に前記磁気軸受の運転を停止する制御手段とを設けていることを特徴とする請求項 2 記載の先行待機運転対応立軸ポンプ。

【請求項 4】 前記磁気軸受の軸受隙間よりも小さい軸受隙間を有するタッチダウン軸受を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の先行待機運転対応立軸ポンプ。

【請求項 5】 前記磁気軸受の制御に用いるために前記シャフトとの変位を検出する磁気軸受制御変位計の出力を入力してポンプの状態を検出する制御手段を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の先行待機運転対応立軸ポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、先行待機運転対応立軸ポンプに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】都市では建築物が密集しており、路面舗装も普及しているので、大雨の際には雨水が地面に浸透することなく排水ポンプ機場に一挙に流入してくる。一方エンジンで駆動する排水ポンプ機場の排水ポンプはその始動開始から始動完了までに時間を要するので、排水ポンプ機場の吸込水位が上昇してから排水ポンプを始動していたのでは排水が間に合わない。このため排水ポンプ機場では降水と同時にポンプを大気中で空のまま始動してその後流入してくる水を待つ先行待機運転を行うように対処している。従ってポンプは始動してから排水ポンプ機場の吸水槽内に水が流入してきて実際の排水を始めるまでは大気中でドライ運転することとなる。

【0003】図 5 はこの種の従来の先行待機運転ポンプを示す概略断面図である。同図に示すようにこの先行待

機運転ポンプは、吊下げケーシング 80 の下部に吐出ケーシング 81 と羽根車 87 を収納した羽根車ケーシング 82 と吸込ベルマウス 84 とを取り付け、一方吊下げケーシング 80 の上部に湾曲する吐出ケーシング 85 を取り付け、これらポンプケーシングの内部に設置したシャフト 86 を吐出ケーシング 85 の上部から突出して図示しない駆動手段に連結して構成されている。

【0004】ここで吐出ケーシング 81 内にはガイドベーン 88 が固定され、ガイドベーン 88 の中央にはケーシング 89 が取り付けられ、ケーシング 89 内にはシャフト 86 の軸受（下部軸受）91 が取り付けられている。この軸受は水潤滑によるラジアル軸受である。

【0005】一方シャフト 86 の吐出ケーシング 85 から外部に突出する部分には、内部の揚水が漏れ出ないようにするための軸封水部 95 が設けられており、更にその上部にはシャフト 86 の軸受（上部軸受）97 が設けられている。この軸受は油潤滑によるラジアル・スラスト軸受である。

【0006】しかしながら先行待機運転（ドライ運転）時は、水潤滑による軸受（下部軸受）91 を潤滑・冷却する水がないため、摩耗や発熱による損傷を起こすことがあった。但し上部軸受 97 はポンプケーシングの外部にて油中に設置されているので、損傷の問題はない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の点に鑑みてなされたものでありその目的は、先行待機運転時であっても軸受の摩耗や発熱による損傷を生じることのない先行待機運転対応立軸ポンプを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため本発明は、ポンプケーシング内に設置した羽根車を回転駆動するシャフトの軸受をポンプケーシングの上部とポンプケーシングの内部に設けた先行待機運転対応立軸ポンプにおいて、前記ポンプケーシング内部の軸受は、磁気軸受からなるラジアル軸受であることを特徴とする。

【0009】また本発明は、ポンプケーシング内に設置した羽根車を回転駆動するシャフトの軸受をポンプケーシングの上部とポンプケーシングの内部に設けた先行待機運転対応立軸ポンプにおいて、前記ポンプケーシング内部の軸受は、水中ラジアル軸受と磁気軸受とであることを特徴とする。

【0010】また本発明は、前記先行待機運転対応立軸ポンプに、ポンプケーシング内部の水の有無を検出する測定手段と、前記測定手段がポンプケーシング内部に水があることを検出した際に前記磁気軸受の運転を停止する制御手段とを設けていることを特徴とする。

【0011】また本発明は、前記磁気軸受の軸受隙間を、水中ラジアル軸受の軸受隙間よりも大きくしたことを特徴とする。

【0012】また本発明は、前記磁気軸受の軸受隙間よりも小さい軸受隙間を有するタッチダウン軸受を設けたことを特徴とする。

【0013】また本発明は、前記磁気軸受の軸受隙間よりも小さい軸受隙間であり、且つ前記水中ラジアル軸受が摩耗した際の使用限界軸受隙間よりも大きい軸受隙間であるタッチダウン軸受を設けたことを特徴とする。

【0014】また本発明は、前記磁気軸受の制御に用いるために前記シャフトとの変位を検出する磁気軸受制御変位計の出力を入力してポンプの状態を検出する制御手段を設けたことを特徴とする。

【0015】また本発明は、前記磁気軸受として、非制御式反発型永久磁石式磁気軸受を用いたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態を用いてなる先行待機運転対応立軸ポンプの要部概略断面図である。同図に示すようにこのポンプは、吊下げ管10の下に吐出ケーシング13と羽根車21を収納した羽根車ケーシング20と吸込ベルマウス25とを取り付け、一方吊下げ管10の上に湾曲する吐出ケーシング15を取り付け、これらポンプケーシングの内部に立てて設置したシャフト11の上部を、吐出ケーシング15の湾曲した上部側面から突出させ、上部のスラスト・ラジアル軸受27によって軸支した上で、図示しない減速機を介して図示しないディーゼル機関やガスタービン等からなる駆動手段に連結して構成されている。吐出ケーシング15上部から外部にシャフト11が突出する部分には、揚水が外部に漏れ出ないように軸封水部35が設けられてい

る。また37はシャフト11を中間部分で軸支する中間軸受(水潤滑による水中軸受)である。中間軸受37は必要に応じて又は複数箇所に設けられる。スラスト・ラジアル軸受27は、吐出ケーシング15の外部に設置されているので、油潤滑が行なえる。

【0017】ここで羽根車21の上部には、水の流れをスムーズにする形状に形成されたケーシング40がシャフト11を覆うように設置されており、ケーシング40内にはシャフト11をラジアル方向に軸支する水中軸受43が取り付けられている。ケーシング40自体はガイドベーン45によって吐出ケーシング13の中央に固定されている。そして本発明においては、ケーシング40の上部に、磁気軸受50を設置している。

【0018】ここで図2は水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分拡大して示す要部拡大断面図である。同図に示すように水中ラジアル軸受43は筒状であってシャフト11を覆うことでシャフト11を回動自在に軸支するように構成されている。この水中ラジアル軸受43はこの実施形態ではカーボン繊維を内蔵した状態でPEEK(ポリエーテルエーテルケトン)材を円筒状に成

形して構成されているが、他の材質(例えば他の合成樹脂材やセラミックス等)・構造で構成しても良い。

【0019】一方磁気軸受50はシャフト11側に固定されるロータコア55と、磁気軸受50を覆うケーシング51側に固定されるステータコア57とを具備して構成されるラジアル軸受である。この磁気軸受50はキャン構造であり、ロータコア55とステータコア57の対向する面にはそれぞれロータキャン56とステータキャン58とが取り付けられており、これによってロータとステータの内部が密閉構造にされている。ステータコア57からは磁気軸受ケーブル59が吊下げ管10の外部に引き出されている。またステータコア57の下部にはシャフト11との隙間寸法を測定する水中変位計(磁気軸受制御変位計)61がシャフト11の軸に垂直な面のX-Y軸方向に設置されている。この水中変位計61の出力はケーブル63によって図1に示すように制御手段100に入力され、磁気軸受50によるシャフト11の軸受制御に利用される。なおケーシング51はステータ53によって吊下げ管10に固定されている。またケーシング51はその上下のシャフト11を貫通する部分の隙間511、513を小さくして異物がケーシング51内に侵入するのを防止している。

【0020】そして磁気軸受50の保護のため、磁気軸受50の軸受隙間(ロータキャン56とステータキャン58の隙間)寸法を水中ラジアル軸受43の軸受隙間(シャフト11と水中ラジアル軸受43の隙間)寸法よりも大きくしている。

【0021】一方図1に示す制御手段100は磁気軸受50の駆動・制御を行い、図示しない測定手段(例えば水位センサや圧力センサなど)によってポンプケーシング内部の水位や吐出圧力を測定してポンプケーシング内部に水があることを検出した場合は磁気軸受50の駆動を停止するように制御する。

【0022】以上のように構成された先行待機運転対応立軸ポンプの図示しない駆動手段を駆動することでシャフト11を回転駆動すれば、羽根車21が回転駆動を始める。そして先行待機運転の場合、ポンプが始動してから排水ポンプ機場の吸水槽内に水が流入してきて実際の排水を始めるまでは大気中でドライ運転することとなるが、その場合は制御手段100によって磁気軸受50を駆動・制御する。つまりこの実施形態においては、下部軸受(ポンプケーシング内の軸受)として磁気軸受50と水中ラジアル軸受43とを設置しているが、ドライ運転の際は磁気軸受50を主ラジアル軸受とし、水中ラジアル軸受43を補助ラジアル軸受として使用する。磁気軸受50は非接触軸受であるため、ドライ運転でも摩擦による発熱や摩耗はない。一方水中ラジアル軸受43は、ドライ運転の際にこれを潤滑・冷却する水がなくても、磁気軸受50がシャフト11を確実に軸支している

ので、摩耗や発熱を生じず、その損傷を確実に防止でき

る。

【0023】ところでスラスト・ラジアル軸受27はポンプ駆動時のスラスト荷重を支える。このため、磁気軸受50が支えるのはポンプラジアル流体力のみであり、大きなスラスト力となるロータ（シャフト11や羽根車21を含む）自重を支持する必要がないため、磁気軸受50のユニットは小さくできる。磁気軸受50は軸受支持力密度が他の軸受に比し小さく、ポンプに用いた場合、従来の軸受に比し寸法が大きくなり、ポンプ自体の大きさも肥大化する恐れがあるが、上述のように磁気軸受50は小型に構成できるので問題ない。

【0024】そして羽根車21によって吸水槽内の水が吸込ペルマウス25から吸い込まれてポンプケーシング内に水が流入してきて図1に示す吐出ケーシング15に向けて揚水され、実際の排水が始まったことを図示しない測定手段（例えば水位センサや圧力センサなど）が検出した場合は、制御手段100によって磁気軸受50の駆動が停止され、以後は水中ラジアル軸受43を主ラジアル軸受として使用する。この場合はポンプケーシング内に水があるので、その水によって水中ラジアル軸受43を潤滑・冷却でき、摩耗や発熱による損傷の問題は生じない。磁気軸受50の駆動を停止しても、磁気軸受50の軸受隙間を水中ラジアル軸受43の軸受隙間よりも大きくしているため、磁気軸受50に損傷が生じることもない。

【0025】以上のようにドライ運転のときが磁気軸受50の必要性の高いときであるが、ドライ運転では水がないため軸受荷重が小さい。一方他の状態では水がポンプケーシング内にあり流体力が大きくなって軸受荷重も増加するがそのときは水潤滑による水中ラジアル軸受43の使用が可能である。このためドライ運転時のみ磁気軸受50を主軸受とし、他の状態では水中ラジアル軸受43を主軸受とすることにより磁気軸受50をさらに小型化できる。

【0026】ところで磁気軸受50には制御式の吸引型と、非制御式の反発型があり、ラジアル軸受を反発型とした場合、シャフト11が軸方向に逃げようとするが、本ポンプでは上部のスラスト・ラジアル軸受27によりシャフト11の軸方向の動きを拘束できるため、その問題がなくなって非制御式反発型を使用することができ、また非制御式では電磁石によるコントロールが不要となるため、これを永久磁石に代替することができ（非制御式反発型永久磁石式磁気軸受）、取り扱いがわずらわしい磁気軸受ケーブル59をなくすこともできる。

【0027】一方制御手段100は磁気軸受50の駆動・制御の他に、以下の制御も行なう。即ち制御式の磁気軸受50ではシャフト11を適正な状態に制御するため水中変位計61によってシャフト11の偏心量を測定しているが、この偏心量によりポンプの状態診断も行なっている。即ち具体的に言えば、水中変位計（磁気軸受

御変位計）61を常にモニタリングし、ポンプの状態、例えばポンプ内に水があるとき（ドライ運転以外の場合）のシャフト11の偏心量を測定して水中ラジアル軸受43の摩耗の程度を測定してポンプ運転の可否やメンテナンスの要否の診断材料としたり、突然偏心量が大きくなった場合は何れかの部分の故障の可能性があるとして判断して警報を発したりポンプの運転を停止したりするのである。

【0028】図3は本発明の他の実施形態にかかる先行待機運転対応立軸ポンプの水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分拡大して示す要部拡大断面図である。この実施形態において前記実施形態と同一部分には同一符号を付してその詳細な説明は省略する。即ちこの実施形態において前記実施形態と相違する点は、磁気軸受50の上部にタッチダウン軸受60を取りつけた点のみである。このタッチダウン軸受60は、セラミックスやステンレス等の耐食性材料製玉軸受によって構成されており、シャフト11との軸受隙間を、磁気軸受50の軸受隙間と水中ラジアル軸受43の軸受隙間との関係において、磁気軸受50の軸受隙間>タッチダウン軸受60の軸受隙間>水中ラジアル軸受43の使用限界軸受隙間としている。

【0029】ここでタッチダウン軸受60の軸受隙間を、磁気軸受50の軸受隙間よりも小さくしたのは、磁気軸受50の保護のためである。また水中ラジアル軸受43の使用限界軸受隙間とは、水中ラジアル軸受43が摩耗によって軸受隙間が増大したときの使用限界の軸受隙間をいう。つまり磁気軸受50の保護のため水中ラジアル軸受43を設けているが、さらに念のためタッチダウン軸受60を設けたものである。つまり水中ラジアル軸受43部分における軸ブレは少なくとも、水中ラジアル軸受43部分から離れた磁気軸受50部分の軸ブレは大きい場合があり、念のためタッチダウン軸受60を設けることで磁気軸受50の保護を図っているのである。なおこの実施形態ではタッチダウン軸受60として玉軸受を用いたが、筒状のセラミックスや、筒状のPEEK等の樹脂材からなる軸受などによって構成しても良い。

【0030】図4は本発明のさらに他の実施形態にかかる先行待機運転対応立軸ポンプの水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分拡大して示す要部拡大断面図である。この実施形態において前記図2、図3に示す実施形態と同一部分には同一符号を付してその詳細な説明は省略する。即ちこの実施形態において前記各実施形態と相違する点は、磁気軸受50をケーシング40内の水中ラジアル軸受43の真上の位置に設置した点である。このように構成すればさらにポンプのコンパクト化が図れる。

【0031】以上本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求

の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。なお直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や構造や材質であっても、本願発明の作用・効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。

【0032】例えば上記実施形態においては磁気軸受50としてキャンド型の磁気軸受を用いたが、キャンド型ではない磁気軸受を用いる場合は磁気軸受用のコイルとして樹脂巻耐水絶縁電線を使用するのが好適である。

【0033】また上記各実施形態においてはポンプケーシング内部に設置する軸受として磁気軸受と水中ラジアル軸受とを用いたが、水中ラジアル軸受を省略して磁気軸受のみとしても良い。

【0034】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば以下のような優れた効果を有する。

①ポンプケーシング内部の軸受として磁気軸受からなるラジアル軸受を用いたので、先行待機運転時であっても軸受の摩耗や発熱による損傷を生じることはない。

【0035】②ポンプケーシング内部の軸受として水中ラジアル軸受と磁気軸受とを用いたので、ドライ運転時と実際の揚水運転時の両者の運転に好適となり、特に磁気軸受として小型のものを使用でき、ポンプ全体の小型化が図れる。

【0036】③磁気軸受の軸受隙間を水中ラジアル軸受の軸受隙間よりも大きくしたので、磁気軸受の保護が図れる。さらに磁気軸受の軸受隙間よりも小さい軸受隙間を有するタッチダウン軸受を設ければ、さらに磁気軸受の保護が図れる。

【0037】④磁気軸受の制御に用いるためにシャフトの変位を検出する変位計を用いてポンプの状態を検出することができるようになる。

【0038】⑤磁気軸受として非制御式反発型永久磁石式磁気軸受を用いた場合は、電磁石によるコントロールが不要となり、また取り扱いがわずらわしい磁気軸受ケーブルをなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を用いてなる先行待機運転対応立軸ポンプの要部概略断面図である。

【図2】水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を拡大して示す要部拡大断面図である。

【図3】本発明の他の実施形態にかかる先行待機運転対応立軸ポンプの水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を拡大して示す要部拡大断面図である。

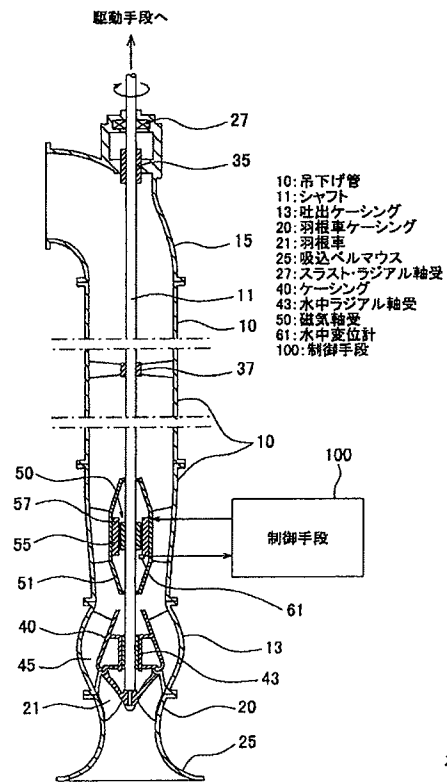
【図4】本発明のさらに他の実施形態にかかる先行待機運転対応立軸ポンプの水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を拡大して示す要部拡大断面図である。

【図5】従来の先行待機運転ポンプを示す概略断面図である。

【符号の説明】

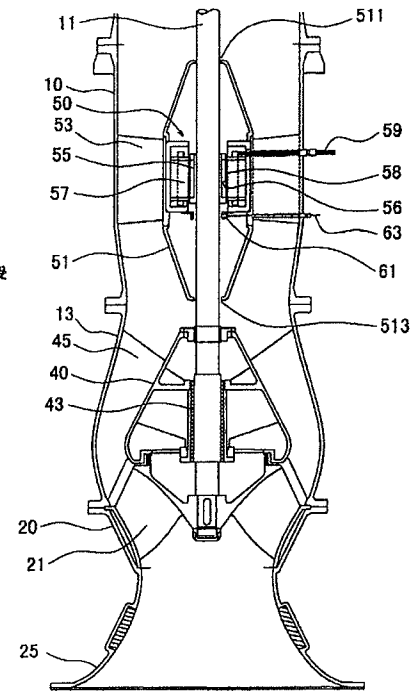
- 10 吊下げ管（ポンプケーシング）
- 11 シャフト
- 13 吐出ケーシング（ポンプケーシング）
- 15 吐出ケーシング（ポンプケーシング）
- 20 羽根車ケーシング（ポンプケーシング）
- 21 羽根車
- 25 吸込ベルマウス
- 27 スラスト・ラジアル軸受
- 35 軸封水部
- 40 ケーシング
- 43 水中ラジアル軸受
- 45 ガイドベーン
- 50 磁気軸受
- 51 ケーシング
- 53 ステータ
- 55 ロータコア
- 56 ロータキャン
- 57 ステータコア
- 58 ステータキャン
- 59 磁気軸受ケーブル
- 60 タッチダウン軸受
- 61 水中変位計（磁気軸受制御変位計）
- 100 制御手段

【図1】



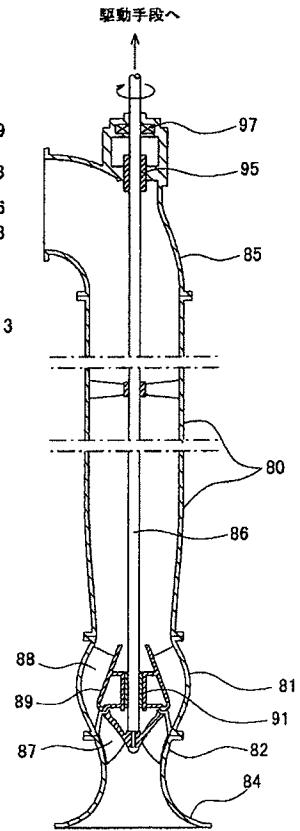
本発明の先行待機運転対応立軸ポンプを示す図

【図2】



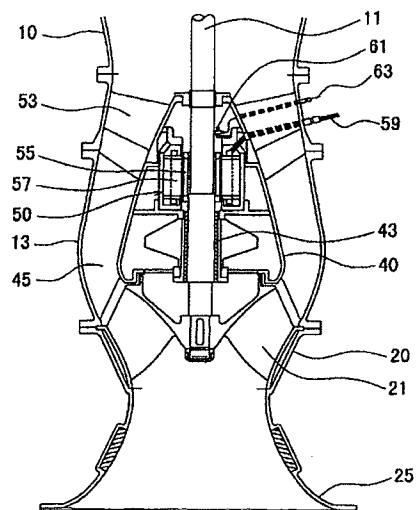
水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を示す図

【図5】



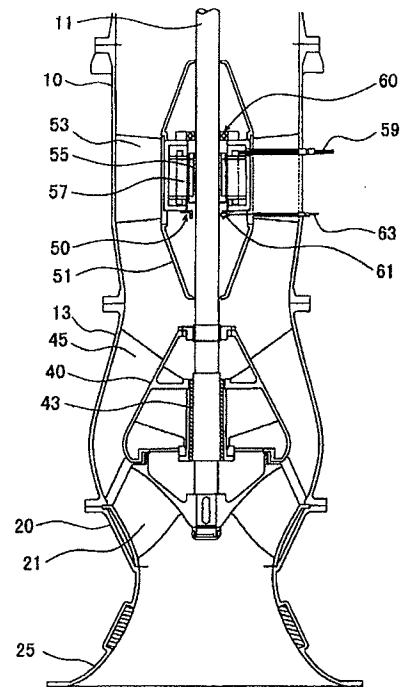
従来例を示す図

【図4】



水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を示す図

【図3】



水中ラジアル軸受43と磁気軸受50の部分を示す図

フロントページの続き

(72)発明者 安藤 嘉彦  
 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
 式会社荏原総合研究所内  
 (72)発明者 森 敏  
 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
 式会社荏原総合研究所内

Fターム(参考) 3H020 AA01 AA07 BA11 BA21 CA00  
 CA07 DA00  
 3H022 AA01 BA06 CA11 CA12 CA16  
 CA17 CA20 DA09  
 3H045 AA06 AA09 AA12 AA23 AA31  
 AA39 BA31 BA41 CA00 CA14  
 DA00